

ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE BORRACHA DE PNEUS AGRÍCOLAS EM BLOCOS DE PAVIMENTO INTERTRAVADO

Tassila Silva da Silva¹, Matheus Barros de Souza², Clerson Dalvani Reis³

¹Estudante do Curso Superior Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica. e-mail: <tassila.silva@estudante.ifto.edu.br>

²Estudante do Curso Superior Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. Colaborador do Programa de Iniciação Científica. e-mail: matheusbarrossouza@gmail.com

³Professor do Curso Superior Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. Coordenador do Programa de Iniciação Científica. e-mail: <clerson.reis@ifto.edu.br >

Resumo: Os resíduos de pneus contribuem negativamente para o meio ambiente em grande escala, por serem volumosos, não biodegradáveis e sujeitos a ação do fogo e um ótimo abrigo para proliferação de mosquitos e outros insetos. O objetivo do presente projeto é desenvolver blocos intertravados de concreto que contribua para a sustentabilidade na construção, através do reaproveitamento do resíduo de borracha oriunda de pneus agrícolas. Desta forma será utilizada a borracha de pneu inservível como agregado no concreto para produzir blocos intertravados. A metodologia empregada foi baseada nas pesquisas já realizadas com este material, usando corpos de provas com e sem a borracha de pneu para realizar os testes necessários. Os níveis de incorporação da borracha foram de 10%, 20% e 30% em volume. A pesquisa obteve resultados significativos através da resistência à compressão, apesar da baixa trabalhabilidade os blocos com adição de borracha tiveram melhor resultado comparado com o convencional.

Palavras-chave: Blocos, concreto, pneu, resíduo

1 INTRODUÇÃO

A escolha do destino dos pneus significa um grande malefício para o meio ambiente, resultando em um grande problema para a população. Devido aos seus componentes o descarte inadequado pode resultar em uma significativa quantidade de efeitos negativos, como a ocorrência de incêndios que produzem uma fumaça tóxica e a proliferação de mosquitos (SILVA, 2019).

Segundo Thiago e Araújo (2018) existem algumas formas de diminuir esse impacto, destinando esses resíduos para outras finalidades, os mais recorrentes são as reformas, reutilização, aterros sanitários e regeneração. Nesse sentido é crescente a quantidade de estudos que procuram alternativas para a reutilização desse material, que no meio ambiente apresenta um período elevado de 600 anos para se decompor.

Nos últimos anos o uso dos blocos intertravado de concreto vem ganhando espaço nas edificações, sendo usados em calçadas, áreas industriais e públicas. O bloco possui alta resistência já que a maioria são feitos de concreto e por serem pequenos são mais fáceis de manusear e realocar quando necessários (HUANG, 2004).

De acordo com Ramarad et al. (2015) o concreto é conhecido por ser um dos materiais mais usado na construção civil, graças à sua durabilidade, versatilidade e desempenho. Seu uso é muito amplo na obra, participa de quase todas as etapas da construção, desde a fundação ao revestimento. Em razão da sua grande disponibilidade e vida útil é alvo de vários estudos, com o objetivo de examinar se é possível a adição de outros agregados além do convencional.

Lintz (2010) explica que a incorporação da borracha como agregado no preparo dos blocos intertravados, pode trazer a peça da pavimentação intertravadas mais flexibilidade e durabilidade, características da borracha sem perder a propriedades do concreto convencional, conhecida como resistência à compressão axial. Podendo ser uma alternativa de descarte sustentável e viável para as fibras do pneu.

Esta pesquisa pretende apresentar uma utilização funcional que dê destino à borracha residual de pneu agrícola. Avaliar a resistência à compressão axial de blocos intertravados de concreto fabricados com adição de borracha, descartada no processo de recapeamento de pneus agrícolas ou de caminhões, em substituição parcial (10%, 20% e 30%) de agregados e comparar estes resultados entre si e com o bloco padrão sem adição de borracha.

2 METODOLOGIA

A pesquisa iniciou-se por meio de um estudo teórico, baseado em referências bibliográficas relacionadas ao tema delimitado, e se complementou com a realização de uma análise quantitativa dos ensaios realizados nos materiais e laudos laboratoriais dos corpos de prova.

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - Campus Gurupi no Laboratório de Construção. A fase laboratorial deste projeto ocorreu em 7 etapas:

- Caracterização física dos materiais envolvidos no trabalho (areia, brita 0);
- Coleta de resíduos de borracha;
- Determinação da dosagem do concreto;
- Moldagem dos corpos de prova e cura;
- Teste a resistência à compressão aos 26 dias;
- Análise dos resultados.

Os materiais utilizados para essa pesquisa foram: brita 0, areia, cimento, resíduo da borracha do pneu e água. Realizou-se a execução dos corpos de provas com os materiais citados anteriormente, realizaram-se a confeccionação dos corpos de prova na fôrma de blocos retangular de plástico, com as medidas 20x10x8 cm. Foram desenvolvidos onze corpos de provas:

- Dois com concreto convencional;
- Três com concreto com adição de 10% de borracha;
- Três com concreto com adição de 20% de borracha;
- Três com concreto com adição de 30% de borracha.

2.1 Características dos materiais

Foram feitos a verificação e caracterização dos agregados a partir do seu tamanho e distribuição

de suas partículas, conforme a norma NBR 7217 agregados para concreto. No ensaio de determinação da composição granulométrica pode-se determinar a dimensão máxima característica, que corresponde à abertura nominal dada em mm de uma malha da peneira usada no experimento. A tabela 1 a seguir apresentar os valores da abertura das peneiras usadas no ensaio para cada agregado.

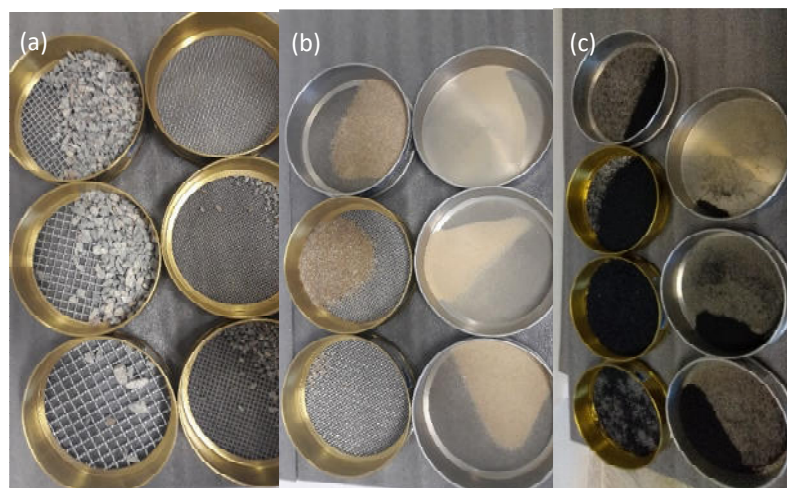
Tabela 1 – Abertura das peneiras agregados miúdos (mm)

| Agregados miúdos | Agregados graúdo |
|------------------|------------------|
| - | 12,5 |
| - | 9,5 |
| - | 6,3 |
| 4,75 | 4,75 |
| 2,36 | 2,36 |
| 1,18 | 1,18 |
| 0,6 | 0,6 |
| 0,3 | 0,3 |
| 0,15 | 0,15 |

Fonte: Autores, 2021.

Todos os ensaios atenderam aos requisitos estabelecidos pela NBR 7217. A partir dos valores do ensaio de granulometria dos agregados pode-se observa que a borracha com a espessura e a finura semelhante ao da areia seria a melhor opção para que o resíduo possa desempenhar o mesmo ou a similar função do agregado miúdo.

Figura 1 - Granulometria dos agregados (a) Amostra da brita. (b) Amostra da areia. (c) Amostra da borracha



Fonte: Autores, 2021.

2.2 Desenvolvimento do traço

Após a caracterização dos agregados areia, brita e a borracha partiu-se para a determinação do

traço do concreto, baseado nos estudos realizados em outros artigos relacionados (traços genéricos). Tendo em vista que o objetivo seria avaliar a viabilidade de aplicação deste material, fixou-se a procura por traços que obtiveram o Fck de 30 Mpa ou a cima desse valor. A concepção do traço ficou da seguinte forma: 1: 2,4: 1,86:0,53 (cimento, areia, brita e água), a quantidade de borracha foi adicionada sobre o valor da areia de 10%, 20% e 30%.

2.3 Corpo de prova

Os agregados graúdos e miúdos foram misturados em misturadora de argamassas por aproximadamente 3 min. Depois disso, a água foi adicionada ao material aos poucos. O procedimento de mistura e adição de água foi repetido até que o teor de umidade desejado fosse obtido.

Conforme o aumento das dosagens da borracha foi observado que o concreto estava com muita dificuldade de trabalhabilidade, decorrente a isso foi necessário aumenta a relação à água / cimento de cada porcentagem a ser usada, figura 2.

Fig. 2 –Mistura dos agregados



Fonte: Autores, 2021.

Em seguida o concreto foi despejado nas fôrmas e realizado as vibrações em cada corpo de prova, para que ele não fique com excesso de ar no concreto, seguindo as ABNT NBR 9781: 2013 - Peças de concreto para pavimentação, os corpos de provas ficaram na fôrma durante dois dias e logo após desformados para colocar na cura. Os corpos de provas estiveram submersos à água durante o período de 26 dias e logo após levado para o rompimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Trabalhabilidade

Durante a mistura do concreto pode-se perceber que conforme o aumento da porcentagem da borracha era adicionar, a mistura ficava mais densa e de difícil manuseio. De acordo com o cálculo feito para a pesagem de cada material mencionado anteriormente, foi notável a alteração da dosagem em a relação à água / cimento de cada proporção. Ao desmoldar as peças, algumas apresentaram deformações em suas estruturas. Como pode ser visto na figura. 3, os corpos de provas com mais percentual de borracha tiveram mais danos em suas paredes.

Figura 3 – Blocos (a) convencional (b) 10% (c) 20% (d) 30%



Fonte: Autores, 2021.

3.2 Resistência a compressão axial

Os testes de compressão foram feitos com a prensa e obteve-se as seguintes resistências, tabela 2.

Tabela 2 – Abertura das peneiras agregados miúdos (mm)

| Nº do CP | Resistência Mpa |
|----------|-----------------|
| C1 | 0,72 |
| C2 | 0,54 |
| D1 | 3,11 |
| D2 | 2,92 |
| D3 | 3,77 |
| A1 | 2,49 |
| A2 | 2,38 |
| A3 | 2,35 |
| B1 | 1,27 |
| B2 | 2 |
| B3 | 1,29 |

Fonte: Autores, 2021.

Verificou-se que todos os corpos de provas com a porcentagem de borracha tiveram resistência considerável em relação com as pesquisas que foram usadas como base no traço seguido. O C1 e C2 apresentaram os menores resultados em comparação aos demais, a explicação se dar ao fato do traço ao substituir o agregado miúdo convencional pela borracha obteve-se uma mistura mais densa (Figura 4).

Figura 4 – Corpo de prova após o rompimento



Fonte: Autores, 2021.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil parece capaz de absolver grande quantidade de resíduos e incorporação do mesmo em produtos inovadores. Este é um exemplo de uma iniciativa com princípio ecológico para um futuro sustentável do mundo. Uso de resíduos da borracha em materiais constituído por concreto apresentam várias vantagens, além de conservar recursos minerais do país, como os agregados.

Apesar de ser necessário levar em consideração a iniciativa de ações que provoquem a diminuição de danos no meio ambiente, deve-se destacar que o experimento demonstrou que esta utilização não é tecnicamente e economicamente adequada.

Com a introdução de borracha nos blocos de pavimento, houve uma diminuição muito significativa na resistência dos blocos. Considerando a resistência mecânica à compressão dos blocos como sendo a característica mais importante e mais exigida durante o uso dos mesmos, resta descartar a possibilidade de uso da borracha com esta finalidade. Mesmo em baixas porcentagens de borracha, os resultados demonstram a inviabilidade da incorporação da borracha para esta finalidade.

O fato da queda de resistência dos blocos quando fabricados com introdução de borracha no concreto inviabilizou tecnicamente e economicamente esta destinação. Ocorre que existem blocos exclusivamente de borrachas e resinas que, pela sua flexibilidade e elasticidade tem sido fabricado para uso em playgrounds e outros lugares de convívio de crianças e onde não há tráfego de veículos.

Portanto, pode ser dada continuidade na pesquisa para que este resíduo de borracha oriundo de pneus agrícolas inservíveis, seja destinado para se tornarem uma possível base deste tipo de bloco especial.

5 AGRADECIMENTOS (Opcional)

Agradeço ao Instituto Federal do Tocantins pela bolsa de Iniciação Científica concedida para a realização da pesquisa e por ter acreditado no potencial do projeto. Ao orientador Clerson Reis que não mediu esforços para ajudar no desenvolvimento de todas as etapas da pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211/2009**: Agregados para concretos: Especificações. Rio de Janeiro. 2009.

HUANG, Baoshan, et al. Investigation into waste tire rubber-filled concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2004, 16.3: 187-194. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2004\)16:3\(187\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0899-1561(2004)16:3(187)). Acesso em: 18 janeiro 2021.

LINTZ, Rosa Cristina Cecche, et al. Avaliação do comportamento de concreto contendo borracha de pneus inservíveis para utilização em pisos intertravados. *Revista de Engenharia Civil-UM*, 2010, 37: 17-26. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Seydell/publication/284772569_Evaluation_of_the_behaviour_of_concrete_with_unusable_tire_rubber_for_pavers/links/5710f2b108aebe07c0239bd/Evaluation-of-the-behaviour-of-concrete-with-unusable-tire-rubber-for-pavers.pdf. Acesso em: 05 janeiro 2021.

RAMARAD, S.; KHALID, M.; RATNAM, C. T.; CHUAH, AL. K.; RASHMI, W. A review on the evolution, properties and future. *Progress in Materials Science*, v. 72, p. 100–140, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S007964251500033X>. Acesso em: 17 novembro 2020.

SILVA, L. S. et al. Concreto alternativo com utilização de resíduos de borracha de recauchutagem de pneus para elementos e componentes pré-fabricados. *RCT-Revista de Ciência e Tecnologia*, v. 5, n. 8, 2019. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rct/article/view/5071>. Acesso em: 14 novembro 2020.

THIAGO, P. F; ARAUJO, B. L. Estudo da utilização de agregados de pneus inservíveis em concreto para aplicação em pisos intertravados. *Cadernos UniFOA*, v. 13, n. 36, p. 15-27, 2018. Disponível em: <https://moodlead.unifoa.edu.br/revistas/index.php/cadernos/article/view/1400>. Acesso em: 22 novembro 2020.